

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н.В. Савина

«*а*»

с.з.

20 *19* г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Гидрогазоаэродинамика

Специальность **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

Специализация образовательной программы №17

Эксплуатация стартовых и технических комплексов и систем жизнеобеспечения

Квалификация выпускника

инженер

Год набора

2019

Форма обучения

очная

Курс *3*

Семестр *5,6*

Экзамен *5,6 семестр*, 72 академических часов.

Курсовая работа *6 семестр*

Лекции **52** (академических часов.)

Лабораторные занятия **50** (академических часов)

Практические занятия **16** (академических часов)

Иная контактная работа **2** (академических часов)

Самостоятельная работа **96** (академических часов.)

Общая трудоемкость дисциплины **288** (академических часов.), **8** (з.е.)

Составитель *И.В. Верхотурова, доцент, канд. физ.-мат. наук*

Факультет *инженерно – физический*

Кафедра *физики*

2019 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

«08» 05 2019 г., протокол № 10
Заведующий кафедрой  Е.В. Стукова

Рабочая программа одобрена на заседании УМС специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

«24» 05 2019 г., протокол № 9
Председатель  А.В. Казорин
(подпись, И.О.Ф.)

СОГЛАСОВАНО
Начальник учебно-методического
управления  Н.А. Чалкина
(подпись, И.О.Ф.)

«28» 06 2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Зам. зав. выпускающей кафедрой
 В.В. Соловьев
(подпись, И.О.Ф.)

«24» 05 2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Директор научной библиотеки
 Л.А. Проказина
(подпись, И.О.Ф.)

«14» 05 2019 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Гидрогазоаэродинамика» – формирование у студентов: систематизированных знаний в области явлений связанных с закономерностями движения жидкости и газа при их взаимодействии с обтекаемыми твердыми телами, ограничивающими поверхностями или между самими жидкостями и газами; способности самостоятельно производить гидрогазодинамические расчеты различных инженерных систем и расчет гидроаэродинамических характеристик объектов при различных скоростях и высотах полета.

Задачи дисциплины:

- изучение основных законов и уравнений статики и динамики жидкостей и газов, понятий и основ аэродинамики;
- изучение напряжений и сил, действующих в жидкостях и газах;
- овладение основными гидрогазодинамическими уравнениями для расчета различных инженерных систем;
- овладение основами физического и математического моделирования исследованных явлений и процессов.
- изучение основных аэродинамических характеристик летательных аппаратов при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
- овладение методами расчета полей скоростей и давлений; методиками определения аэродинамических коэффициентов и расчета гидрогазоаэродинамических сил.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Гидрогазоаэродинамика» относится к дисциплинам базовой части учебного плана образовательной программы.

Дисциплина базируется на знаниях полученных входе изучения таких дисциплин как «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Физика», «Информатика» и др.

Знания, полученные входе изучения дисциплины «Гидрогазоаэродинамика» могут использоваться при изучении дисциплины «Основы теории полета», «Газовая динамика стартовых комплексов», «Гидравлическое оборудование стартовых систем» и др., при прохождении различных видов производственных практик.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- пониманием роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) (ОПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: физические основы законов гидрогазодинамики и аэродинамики и их математическое выражение; особенности физического и математического моделирования течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей; методы проведения гидравлического и газодинамического расчета инженерных систем различной сложности; методы расчета полей скоростей и давлений, главного вектора и главного момента аэродинамических сил (ОПК-2);

Уметь: применять физические законы и аналитические методы для решения гидрогазодинамических задач; рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах); применять методы гидравлического и газодинамического расчета для расчета инженерных систем различной сложности; рассчитывать аэродинамические коэффициенты и аэродинамические силы маневренных летательных аппаратов (ОПК-2);

Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в гидромеханике; методами гидравлических и газодинамических расчетов инженерных систем; методиками определения аэродинамических коэффициентов и аэродинамических сил маневренных летательных аппаратов (ОПК-2).

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы, разделы дисциплины	КОМПЕТЕНЦИИ
	(ОПК-2)
Модуль 1. Гидромеханика.	+
Модуль 2 Газовая динамика.	+
Модуль 3 Аэродинамика.	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 акад. часа.

№ п/п	Тема дисциплины	Семестр	Неделя семестр	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Практические занятия	Лабораторные раб	СРС	ИКР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Модуль 1. Гидромеханика	5	1-12	24	14	24	14		
2	Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов.	5	1	2			1		
3	Тема 2. Основы гидростатики и кинематики.	5	2-4	6	4	4	2		ЛР, ИР
4	Тема 3. Динамика вязкой и невязкой жидкости.	5	5-7	6	4	4	2		ЛР, ИР
5	Тема 4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	5	8-10	6	6	12	5		ЛР, ИР, КЗ
6	Тема 5. Гидравлические машины и гидропривод.	5	11-12	4		4	4		ИТ, КЗ
7	Модуль 2. Газодинамика	5	13-17	10	2	10	10		
8	Тема 1. Законы движения газа	5	13-14	4	2	10	6		ЛР, КЗ
9	Тема 2. Волны давления в газовом по-	5	15-16	3			2		

№ п/п	Тема дисциплины	Семестр	Неделя семестр	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Практические занятия	Лабораторные раб	СРС	ИКР	
	токе								
10	Тема 3. Теория пограничного слоя	5	16-17	3			2		ИТ
11	Итого в 5 семестре			34	16	34	24		Экзамен, 36 акад. часов
12	Модуль 3. Аэродинамика	6	1-17	18		16	72		
13	Тема 1. Общие сведения о летательных аппаратах и их аэродинамических характеристиках	6	1	2		16	28		ЛР
14	Тема 2. Профиль и крыло конечного размаха в несжимаемом потоке	6	3, 5	4			2		
15	Тема 3. Профиль и крыло конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоке	6	7, 9	4			2		
16	Тема 4. Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов	6	11, 13	4			2		
17	Тема 5. Аэродинамические характеристики летательного аппарата при продольном движении	6	15, 17	4			2		
18	<i>Курсовая работа</i>	6					36	2	
19	Итого в 6 семестре	6		18		16	72	2	Экзамен, 36 акад. часов
20	Итого 288	6		52	16	50	96	2	Экзамен, 72 акад. часов

ЛР – отчет и защита лабораторной работы, ИТ – итоговый рубежный тест по модулю, включающий все темы модуля, КЗ – выполнение кейс-задания, ИР – выполнение заданий индивидуальной работы, КРС – выполнение курсовой работы

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
<i>Модуль 1. Гидромеханика</i>		
1	Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов.	<p>Предмет гидрогазодинамики и его место в подготовке бакалавров. Краткая история развития науки.</p> <p>Основные понятия и определения гидрогазодинамики. Жидкость. Модель сплошной среды.</p> <p>Основные физические величины и физические свойства жидкостей. Обозначение и единицы измерения.</p>
2	Тема 2. Основы гидростатики и кинематики.	<p>Гидростатическое давление и его свойства. Давление в покоящейся жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума.</p> <p>Силы, действующие в жидкостях (массовые и поверхностные). Абсолютный и относительный покой жидкости. Дифференциальные уравнения жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики.</p> <p>Законы Паскаля и Архимеда. Эпюры давления. Давление жидкости на плоскую и криволинейную поверхность.</p> <p>Способы описания движения жидкости. Уравнения баланса массы: Уравнение непрерывности. Движение жидкой частицы. Вихревое движение жидкости. Безвихревое течение жидкости (потенциальное течение).</p>
3	Тема 3. Динамика вязкой и невязкой жидкости.	<p>Уравнение движения жидкости. Уравнение моментов количества движения. Дифференциальное уравнение движения жидкости в напряжениях. Уравнение Навье-Стокса.</p> <p>Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнения Эйлера). Уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли. Трубка Прандтля, Вентури, сопло. Диафрагма. Уравнение Бернулли для реальных газов. Интегральное и дифференциальное уравнения энергии.</p> <p>Моделирование гидродинамических явлений. Теория подобия. Критерии гидродинамического подобия</p>
4	Тема 4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	<p>Виды сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения. Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение. Потери напора при равномерном движении жидкости: ламинарный режим, турбулентный режим движения жидкости.</p> <p>Потери напора при неравномерном движении жидкости (местные потери). Классификация гидравлических систем по сопротивлениям.</p>

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		<p>Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода. Истечение под уровень. Истечение из больших отверстий. Истечение при переменном напоре. Истечение через насадки. Затопленные свободные турбулентные струи. Истечение газов из отверстий.</p> <p>Гидравлический расчет трубопроводов. Простые трубопроводы, сложные трубопроводы, трубопроводы с переменным расходом по пути. Расчет простых трубопроводов</p> <p>Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра. Расчет трубопровода с последовательным соединением, параллельным, разветвленным, с непрерывной раздачей жидкости. Гидравлические характеристики трубопроводов. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Виды гидравлического удара. Явление кавитации.</p>
5	Тема 5. Гидравлические машины и гидропривод.	<p>Основные сведения о гидравлических машинах и гидроприводе. Насосы и гидропередачи (лопастные, вихревые и струйчатые, гидродинамические передачи). Поршневые насосы, роторные гидромашины, роторно-поршневые, пластинчатые, шестеренчатые и винтовые, гидроцилиндры и гидродвигатели.</p> <p>Гидроаппаратура. Гидропривод, регулирование.</p>
<i>Модуль 2. Газодинамика</i>		
6	Тема 1. Законы движения газа.	<p>Исходные соотношения. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорости газа. Связь скорости газа с сечением потока.</p> <p>Закон Обращения воздействия. Виды сопел реализующих сверхзвуковое течение газа. Сопло Лаваля. Режимы его работы.</p> <p>Параметры изоэнтропического торможения газа. Газодинамические функции. Истечение газа.</p> <p>Одномерное течение газа с трением и энергообменом.</p> <p>Диффузоры. Конфузоры. Эжекторы.</p>
7	Тема 2. Волны давления в газовом потоке.	<p>Волны разрежения.</p> <p>Основные представления о скачках уплотнения.</p> <p>Основные соотношения для прямого скачка уплотнения. Давление торможения за прямым скачком уплотнения. Основные соотношения для косого скачка уплотнения. Зависимость наклона косого скачка от угла поворота потока. Ударная поляра</p>
8	Тема 3. Теория пограничного слоя.	<p>Понятие о пограничном слое. Интегральные характеристики пограничного слоя. Ламинарный, переходной и турбулентный режимы течения в пограничном слое.</p> <p>Дифференциальные уравнения пограничного слоя в несжимаемой и сжимаемой среде. Интегральное соотношение пограничного слоя. Расчет пограничного слоя.</p>

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		Пограничный слой при наличии продольного градиента давления. Отрыв потока. Взаимодействие пограничного слоя со скачками уплотнения. Управление пограничным слоем.
<i>Модуль 3. Аэродинамика</i>		
9	Тема 1. Общие сведения о летательных аппаратах и их аэродинамических характеристиках.	Классификация воздушных судов. Аэродинамические силы и моменты. Системы координатных осей. Геометрические характеристики крыла и профиля. Аэродинамические характеристики профиля и сечения крыла.
10	Тема 2. Профиль и крыло конечного размаха в несжимаемом потоке.	Формула Жуковского. Формула Чаплыгина о результирующей силе давления. Тонкий профиль крыла в несжимаемом потоке. Теория тонкого профиля. Особенности обтекания крыла конечного размаха. Вихревые системы крыла. Основы теории несущей линии. Понятия о скосе потока и индуктивном сопротивлении крыла. Определение коэффициентов подъемной силы и индуктивного сопротивления крыла на основе теории несущей линии. Теория несущей поверхности. Метод дискретных вихрей. Подъемная сила и индуктивное сопротивление крыла малого удлинения при малых углах атаки. Аэродинамические характеристики крыла большого удлинения при больших углах атаки. Обтекание крыльев малого удлинения и их аэродинамические характеристики при больших углах атаки.
11	Тема 3. Профиль и крыло конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоке.	Понятие о критическом числе M . Влияние сжимаемости на аэродинамические характеристики профиля и крыла при $M_{\infty} < M_{кр}$ Обтекание профиля закритическим дозвуковым потоком. Волновое сопротивление. Аэродинамические характеристики стреловидного крыла. Плоская пластинка в сверхзвуковом потоке. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым потоком. Особенности обтекания крыла конечного размаха сверхзвуковым потоком Аэродинамические характеристики треугольных крыльев. Аэродинамические характеристики стреловидных крыльев в сверхзвуковом потоке.
12	Тема 4. Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов.	Расчет силы сопротивления тела вращения при $\alpha=0$. Нормальная сила и момент тангажа тела вращения при малых углах атаки. Нормальная сила корпуса, вызванная отрывом потока.
13	Тема 5. Аэродинамические характеристики летательного аппарата при продольном	Аэродинамические характеристики комбинации корпуса с крылом в среднем положении. Скос потока от крыла и его влияние на аэродинамику

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
	движении.	оперения. Коэффициент торможения потока у оперения. Подъемная сила оперения с рулями, расположенными вдоль задней кромки. Соппротивление летательного аппарата. Момент тангажа летательного аппарата. Влияние формы крыла и корпуса на аэродинамическое качество летательного аппарата. Понятие о балансировке. Влияние балансировки на подъемную силу летательного аппарата.

6.2 Лабораторные работы

Лабораторный практикум выполняется по индивидуальному графику бригадами, состоящими из 3-5 студентов. График выполнения лабораторных работ формируется преподавателем в начале каждого семестра и представляется студентам на первом аудиторном занятии лабораторного практикума. Так же на лабораторных занятиях осуществляется текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и темам курса в виде: КЗ – выполнение кейс-заданий.

№	Наименование тем занятий	Количество акад. часов	Форма Контроля
<i>Модуль 1. Гидромеханика</i>			
1	Выполнение лабораторных работ по индивидуальному графику работ.	16	Допуск Выполнение Отчет Защита
2	Выполнение кейс-заданий	8	Защита
<i>Модуль 2 Газодинамика</i>			
1	Выполнение лабораторных работ по индивидуальному графику работ.	6	Допуск Выполнение Отчет Защита
2	Выполнение кейс-заданий	4	Защита
<i>Модуль 3 Аэродинамика</i>			
1	Выполнение лабораторных работ по индивидуальному графику работ.	16	Допуск Выполнение Отчет Защита
2	<i>Итого в семестре</i>	50	

Перечень рекомендуемых лабораторных работ.

Модуль 1. Гидромеханика

1. Исследование относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде.
2. Определение критического значения числа Рейнольдса при течении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.
3. Изучение закона сохранения энергии при течении жидкости по трубопроводу переменного сечения.
4. Определение потерь напора при внезапном расширении.
5. Определение коэффициента гидравлического трения.

Кейс-задачи:

1. Гидравлический расчёт разветвлённого трубопровода.
2. Определение рабочего режима лопастного насоса.
3. Газодинамический расчёт сопла Лаваля.

Модуль 2. Газодинамика

1. Изучение приборов и методов определения давления.
2. Изучение метода определения расхода воздуха по изменению давления в отсеченном объеме.
3. Изучение закона сохранения энергии при течении воздуха по трубопроводу переменного сечения.
4. Исследование потерь напора на местном сопротивлении – регулируемой задвижке (дросселе).
5. Исследование потерь напора на местном сопротивлении – диафрагме.

Модуль 3. Аэродинамика

1. Исследование эпюр распределения скоростей (по величине динамического давления) при течении воздуха по трубопроводу круглого сечения с помощью трубки Пито.
2. Исследование истечения воздуха из ресивера: докритический, критический режимы течения.
3. Определение степени начальной турбулентности потока по методу перепада давления на поверхности шара.
4. Исследование силового воздействия воздушного потока на шар.
5. Определение основных аэродинамических характеристик крыла.

6.3 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусматривают решение задач по темам дисциплины.

Так же на практических занятиях осуществляется текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и темам курса в виде: ИР- задания индивидуальной работы.

№	Тема практических занятий.	Кол-во академ. часов	Форма текущего контроля
1	<i>Основы гидростатики и кинематики:</i> 1. Гидростатическое давление в жидкости 2. Сила давления жидкости на плоские поверхности 3. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности	4	ИР
2	<i>Динамика вязкой и невязкой жидкости:</i> 1. Режимы течения жидкости. Уравнение неразрывности. 2. Уравнение Бернулли.	4	ИР
3	<i>Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков:</i> 1. Истечение жидкости через отверстия и насадки. 2. Расчет простых трубопроводных систем. 3. Расчет сложных трубопроводных систем.	6	ИР
4	<i>Законы движения газа.</i>	2	
5	<i>Итого в семестре</i>	16	

6.4 Курсовая работа

Тема курсовой работы «Расчет аэродинамических характеристик маневренного летательного аппарата»

7.САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

К видам самостоятельной внеаудиторной работы студентов относятся:

- 1) подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам (ЛР);
- 2) выполнение заданий индивидуальной работы (ИР);
- 3) подготовка к итоговому рубежному тесту по модулю (ИТ);
- 4) выполнение курсовой работы (КРС);
- 5) подготовка и выполнение кейс-задания (КЗ);

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. часах
<i>5 семестр</i>			
1	<i>Модуль 1. Гидромеханика</i>		<i>14</i>
2	Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов.		1
3	Тема 2. Основы гидростатики и кинематики.	ЛР, ИР	2
4	Тема 3. Динамика вязкой и невязкой жидкости.	ЛР, ИР	2
5	Тема 4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	ЛР, ИР, КЗ	5
6	Тема 5. Гидравлические машины и гидропривод.	ИТ, КЗ	4
7	<i>Модуль 2. Газодинамика</i>		<i>10</i>
8	Тема 1. Законы движения газа	ЛР, КЗ	6
9	Тема 2. Волны давления в газовом потоке		2
10	Тема 3. Теория пограничного слоя	ИТ	2
12	<i>Итого в 5 семестре</i>		<i>18</i>
<i>6 семестр</i>			
13	<i>Модуль 3. Аэродинамика</i>		<i>72</i>
14	Тема 1. Общие сведения о летательных аппаратах и их аэродинамических характеристиках	ЛР	28
15	Тема 2. Профиль и крыло конечного размаха в несжимаемом потоке		2
16	Тема 3. Профиль и крыло конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоке		2
17	Тема 4. Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов		2
18	Тема 5. Аэродинамические характеристики летательного аппарата при продольном движении		2
19	<i>Курсовая работа</i>	КРС	<i>36</i>
21	<i>Итого в 6 семестре</i>		<i>72</i>

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Газодинамика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие по выполнению лаб. работ. Ч. 1. Гидромеханика / АмГУ, ИФФ ; сост.: И. В. Верхотурова, О. А. Агапотова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 82 с. - Б. ц.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7766.pdf

2. Гидрогазоаэродинамика [Электронный ресурс]: сб. учеб.-метод. материалов для спец. 24.05.01 "Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-косм. комплексов" / АмГУ, ИФФ ; сост. И. В. Верхотурова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 139 с. - Б. ц.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7857.pdf

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методы применяемые в обучении. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

При реализации дисциплины «Гидрогазоаэродинамика», используются традиционные и современные образовательные технологии.

Тип занятия	Тема занятия	Используемый метод обучения
<i>Модуль 1. Гидромеханика</i>		
Лекция	2. Основы гидростатики и кинематики.	Лекция-визуализация
	3. Динамика вязкой и невязкой жидкости.	
	4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	
Лабораторная работа	4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	Кейс-технологии (ситуационная задача)
	5. Гидравлические машины и гидропривод.	
<i>Модуль 2. Газодинамика</i>		
Лекция	2. Волны давления в газовом потоке	Лекция-визуализация
	3. Теория пограничного слоя	
Лабораторная работа	Тема 1. Законы движения газа	Кейс-технологии (ситуационная задача)
<i>Модуль 3. Аэродинамика</i>		
Лекция	1. Общие сведения о летательных аппаратах и их аэродинамических характеристиках	Лекция-визуализация
	2. Профиль и крыло конечного размаха в несжимаемом потоке	
	3. Профиль и крыло конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоке	
	4. Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов	
	5. Аэродинамические характеристики летательного аппарата при продольном движении	

Технологии обучения: компетентностно-ориентированное обучение.

Информационные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники и интерактивной доски. При чтении лекций используются мультимедийные презентации, видео-демонстрации.

Инновационные методы контроля: Итоговые тесты по модулям размещены в электронном курсе «Гидрогазодинамика» размещенном в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle на сайте АмГУ <http://moodle.amursu.ru/>.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Гидрогазоаэродинамика»

9.1 Примерные вопросы к экзамену

5 семестр

1. Модель сплошной среды. Модель несжимаемой среды. Общая постановка задачи.
2. Основные физические величины и физические свойства жидкостей. Обозначение и единицы измерения. Макроскопические параметры и функции состояния среды.
3. Давление жидкости. Равновесие жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума.
4. Абсолютный и относительный покой жидкости. Силы, действующие на жидкий объем. Дифференциальные уравнения жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Дифференциальное уравнение равновесия (уравнение Эйлера).
5. Закон Паскаля. Эпюры давления. Давление жидкости на плоскую и криволинейную поверхность.
6. Относительное равновесие жидкости при поступательном равноускоренном движении сосуда и во вращающемся сосуде.
7. Основы кинематики жидкости и газа. Методы кинематического исследования сплошной среды. Классификация движения жидкостей. Расход жидкости.
8. Уравнение неразрывности (уравнение баланса массы). Линии тока. Трубка тока. Струйная модель потока.
9. Движение жидкой частицы.
10. Вихревое движение жидкости. Вихрь поля. Вихревая линия. Вихревой шнур. Вихревая трубка. Теоремы о вихревом движении и следствия из них.
11. Безвихревое течение жидкости (потенциальное течение). Потенциал скорости. Уравнение Лапласа. Функция тока.
12. Уравнение движения жидкости. Первая теорема Эйлера. Уравнение моментов количества движения (второе уравнение Эйлера).
13. Дифференциальное уравнение движения в напряжениях.
14. Дифференциальные уравнения Навье-Стокса и их решения (уравнение Эйлера, уравнение Громеки-Лемба, интеграл Коши-Лагранжа).
15. Уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости и его анализ.
16. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальных газов.
17. Практическое применение уравнения Бернулли (трубка Пито, трубка Прандля, трубка Вентури, сопло, диафрагма).
18. Интегральное и дифференциальное уравнения энергии.
19. Моделирование гидродинамических явлений.
20. Теория подобия. Критерии гидродинамического подобия

21. Виды сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения.
22. Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение.
23. Потери напора при равномерном движении жидкости: ламинарный режим, турбулентный режим движения жидкости.
24. Потери напора при неравномерном движении жидкости (местные потери).
25. Классификация гидравлических систем по сопротивлениям.
26. Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода.
27. Истечение под уровень. Истечение из больших отверстий. Истечение из сосуда при переменном напоре.
28. Истечение жидкости через насадки.
29. Назначение и классификация трубопроводов и расходов. Гидравлический расчет простого трубопровода.
30. Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра.
31. Расчет трубопровода с последовательным соединением, параллельным, разветвленным, с непрерывной раздачей жидкости.
32. Гидравлические характеристики трубопроводов.
33. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Виды гидравлического удара. Явление кавитации.
34. Основные сведения о гидравлических машинах и гидроприводе. Насосы и гидроредукторы (лопастные, вихревые и струйчатые, гидродинамические редукторы).
35. Поршневые насосы, роторные гидромашины, роторно-поршневые, пластинчатые, шестеренчатые и винтовые, гидроцилиндры и гидродвигатели.
36. Гидроаппаратура. Гидропривод, регулирование
37. Газодинамика. Исходные соотношения. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорость газа. Параметры изоэнтропического торможения газа. Газодинамические функции $\pi(\lambda)$, $\tau(\lambda)$, $\varepsilon(\lambda)$.
38. Связь скорости газа с сечением потока. Закон обращения воздействия. Истечение газа. Геометрическое воздействие на газовый поток. Виды сопел реализующих сверхзвуковое течение газа.
39. Одномерное течение газа с трением и энергообменом. Диффузоры. Эжекторы
40. Волны разрежения.
41. Основные представления о скачках уплотнения.
41. Основные соотношения для прямого скачка уплотнения. Давление торможения за прямым скачком уплотнения.
42. Основные соотношения для косоугольного скачка уплотнения. Зависимость наклона косоугольного скачка от угла поворота потока. Ударная поляра.
43. Понятие о пограничном слое. Интегральные характеристики пограничного слоя. Ламинарный, переходный и турбулентный режимы течения в пограничном слое.
44. Дифференциальные уравнения пограничного слоя в несжимаемой и сжимаемой среде.
45. Интегральное соотношение пограничного слоя. Расчет пограничного слоя.
46. Пограничный слой при наличии продольного градиента давления. Отрыв потока.
47. Взаимодействие пограничного слоя со скачками уплотнения. Управление пограничным слоем.

6 семестр

1. Классификация воздушных судов. Аэродинамические силы и моменты. Системы координатных осей.
2. Геометрические характеристики крыла и профиля. Аэродинамические характеристики профиля и сечения крыла

3. Формула Жуковского. Формула Чаплыгина о результирующей силе давления.
4. Тонкий профиль крыла в несжимаемом потоке. Теория тонкого профиля.
5. Особенности обтекания крыла конечного размаха. Вихревые системы крыла.
6. Основы теории несущей линии. Понятия о скосе потока и индуктивном сопротивлении крыла.
7. Определение коэффициентов подъемной силы и индуктивного сопротивления крыла на основе теории несущей линии.
8. Теория несущей поверхности. Метод дискретных вихрей.
9. Подъемная сила и индуктивное сопротивление крыла малого удлинения при малых углах атаки.
10. Аэродинамические характеристики крыла большого удлинения при больших углах атаки.
11. Обтекание крыльев малого удлинения и их аэродинамические характеристики при больших углах атаки. Понятие о критическом числе M .
12. Влияние сжимаемости на аэродинамические характеристики профиля и крыла при $M_\infty < M_{кр}$
13. Обтекание профиля закритическим дозвуковым потоком. Волновое сопротивление.
14. Аэродинамические характеристики стреловидного крыла. Плоская пластинка в сверхзвуковом потоке.
15. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым потоком. Особенности обтекания крыла конечного размаха сверхзвуковым потоком.
16. Аэродинамические характеристики треугольных крыльев. Аэродинамические характеристики стреловидных крыльев в сверхзвуковом потоке.
17. Расчет силы сопротивления тела вращения при $\alpha=0$.
18. Нормальная сила и момент тангажа тела вращения при малых углах атаки.
19. Нормальная сила корпуса, вызванная отрывом потока.
20. Аэродинамические характеристики комбинации корпуса с крылом в среднем положении.
21. Скос потока от крыла и его влияние на аэродинамику оперения. Коэффициент торможения потока у оперения. Подъемная сила оперения с рулями, расположенными вдоль задней кромки.
22. Сопротивление летательного аппарата. Момент тангажа летательного аппарата.
23. Влияние формы крыла и корпуса на аэродинамическое качество летательного аппарата.
24. Понятие о балансировке. Влияние балансировки на подъемную силу летательного аппарата.

10.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

б) дополнительная литература:

1. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика. [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 656 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64346>

2. Новикова А.М. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Новикова А.М., Кудрявцев А.В., Иваненко И.И.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный универси-

тет, ЭБС АСВ, 2014.— 140 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58534.html>. — ЭБС «IPRbooks»

3. Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44945.html>. — ЭБС «IPRbooks»

4. Игнатъева А.В. Расчет аэродинамических характеристик самолета с механизацией крыла [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатъева А.В., Чемезов В.Л.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 46 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45003.html>. — ЭБС «IPRbooks»

5. Крестин Е.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Крестин Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 189 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29784.html>. — ЭБС «IPRbooks»

в) программное обеспечение и Интернет ресурсы

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://e.lanbook.com	Представленная электронно-библиотечная система — это ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
2	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
3	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов

г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	https://ecoruspace.me/	Космонавтика и авиация. Новости космонавтики. Запуски ракет. Характеристики спутников. Отказы ракетно-космической техники. Авиация. Промышленное производство. Рыночные исследования.
3	https://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации при подготовке и изучению лекционного материала.

. В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться на самой лекции. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Однако, как бы внимательно студент не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Лекцию необходимо конспектировать. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию, конспектируйте только самое важное. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. От того насколько эффективно студент это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать.

Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям и выполнению домашних задач.

Для более глубокого усвоения материала полезно решать задачи. Умение решать задачи потребуется и на экзамене. Большинство вузов в билеты устного экзамена, помимо теоретических вопросов, включает одну или несколько задач, и во время экзамена вам, кроме дополнительных теоретических вопросов, может быть предложена задача.

1. Для подготовки к практическим занятиям используйте конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2. Просмотрите те вопросы теории, освещающие разбираемую тему.

3. На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия.

4. При выполнении домашних задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении.

5. Освоив методику решения данного класса задач, приступайте к решению задач.

Рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ.

Главные задачи лабораторных работ таковы:

- 1) экспериментальная проверка определенных законов;
- 2) освоение методики измерений и приобретение навыков эксперимента;
- 3) изучение принципов работы приборов;
- 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Прежде чем приступить к выполнению эксперимента, необходимо внимательно ознакомиться с методическим описанием лабораторной работы. Методические описания содержат:

- 1) название работы, ее цель;
- 2) перечень приборов и принадлежностей;
- 3) общую часть (справочные сведения о сути изучаемого явления или эффекта);
- 4) методику проведения работы;

- 5) описание измерений;
- 6) обработку результатов измерений;
- 7) контрольные вопросы.

Работы выполняются по индивидуальному графику бригадой, состоящей из 3-4 студентов.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на *самостоятельную подготовку*: описание работы в индивидуальном лабораторном журнале, подготовка к допуску работы, самостоятельная обработка полученных результатов их анализ, формулировка выводов по проделанной работе, подготовка к защите теоретической части работы. *Подготовка требует достаточное количество времени, поэтому целесообразно планировать ее заранее!*

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным самоконтролем и оценкой ее результатов.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

Следует взять за правило: учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра. Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3–5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий.

К самостоятельной внеаудиторной работы студентов по дисциплине относятся следующие виды деятельности.

1. *Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам (ЛР)*. При подготовке к лабораторной работе студент должен: ознакомиться с описанием соответствующей лабораторной работы; по лекционному курсу и рекомендованным литературным источникам изучить теоретическую часть, относящую к данной лабораторной работе; ознакомиться с порядком выполнения работы; приготовить в рабочей тетради заготовку отчета лабораторной работы.

К следующему (после выполнения лабораторной работы) занятию студент должен представить отчет по выполненной лабораторной работе, который должен содержать: название и цель работы; результаты измерений и обработку результатов измерений; схемы, графики, диаграммы и т.п., в соответствии с заданием на лабораторную работу; выводы по результатам работы.

2. *Подготовка к практическим занятиям (ПЗ)*. При подготовке к практическому занятию необходимо выучить теоретический материал по заданной теме (за основу берутся лекции), выполнить домашнее задание. Темы – в соответствии с таблицей практических занятий, содержание – в соответствии с программой и вопросами для самопроверки.

Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

3. *Выполнение заданий индивидуальной работы (ИР)*. Индивидуальная работа выполняется с целью закрепления теоретического материала, а также для развития практических навыков по дисциплине. Все задания (см. п.9.1) выполняются студентами в часы, отведенные на самостоятельную работу, опираясь на изученный теоретический материал, проработанный на аудиторных занятиях.

4. *Подготовка к итоговому тесту по модулю (ИТ)*. Цель тестирования - способствовать повышению эффективности обучения учащихся, выявить уровень усвоенных теоретических знаний, выявить практические умения и аналитические способности студентов. Тест позволяет определить, какой уровень усвоения знаний у того или иного учащегося, т.е. определить пробелы в обучении. А на основе этого идет коррекция процесса обучения и планируются последующие этапы учебного процесса.

Тест проводится на лекционном занятии по окончании изучения модулей. В каждом тестовом задании содержится от 15 до 30 заданий. При подготовке к тестам необходимо тщательно изучить пройденный теоретический материал по теме. Особо следует уделить внимание содержанию темы заданной на самостоятельное изучение, так как большая часть вопросов в тестах относится именно к этим темам. Для подготовки к итоговому тесту студентам предлагаются пройти контролирующие тесты по темам.

5. *Подготовка к экзамену*. Экзамен – форма итоговой проверки знаний. Это подведение итогов всей работы студента за семестр.

В процессе подготовки к экзамену при изучении того или иного физического закона, кроме формулировки и математической записи закона, следует обратить внимание на опыты, которые обнаруживают этот закон и подтверждают его справедливость, границы и условия его применимости. Также полезно отметить, как этот закон используется на практике. То же самое можно сказать и об изучаемой теории в целом. Помимо основных понятий, положений, законов и принципов теории следует обратить внимание на опыты, благодаря которым была создана эта теория, эксперименты, подтверждающие ее справедливость. Вспомните, как используется данная теория на практике.

Основная цель подготовки к экзамену — достичь понимания физических законов и явлений, а не только механически заучить материал.

Для успешной сдачи экзамена рекомендуется соблюдать несколько правил:

1. На подготовку к экзамену выделяется, как правило, от 3 до 5 дней. В течение этого времени студент можете только повторить и систематизировать изученный материал, но не выучить его. Даже при усиленной многочасовой «зубрежке» запомнить весь материал за короткое время не позволяют свойства человеческой памяти. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Вначале выясните перечень учебных разделов, тем и вопросов, выносимых на экзамен, распределите экзаменационные вопросы таким образом, чтобы успеть выучить или повторить их полностью до начала сессии.

3. Данные 3-4 дня перед экзаменом используйте для повторения следующим образом: распределить вопросы равномерно на все дни подготовки, возможно, выделив последний день на краткий повтор всего курса.

4. Каждый вопрос следует проработать по конспекту лекций, по учебнику или учебному пособию. Для лучшего запоминания материала целесообразно работать с карандашом в

руках, записывая выводимые формулы, изображая рисунки, схемы и диаграммы в отдельной тетради или на листах бумаги.

5. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.

6. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

7. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить его анализе качественных и количественных задач. Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным.

Подготовка осуществляется в соответствии с вопросами, выносимыми на экзамен, зачет.

12.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Гидрогазоаэродинамика» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета